



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103579700 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201310511415. 0

(22) 申请日 2013. 10. 25

(71) 申请人 东莞市安德丰电池有限公司

地址 523780 广东省东莞市大朗镇松木山村
祥荣路 88 号

(72) 发明人 谭春华 林鸿鹏

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司

44202

代理人 张艳美 郝传鑫

(51) Int. Cl.

H01M 10/42(2006. 01)

G01R 31/36(2006. 01)

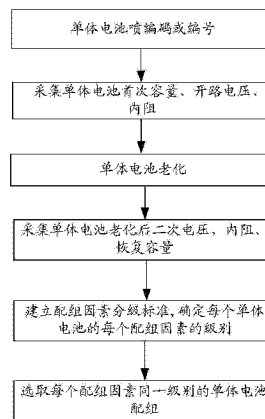
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种锂离子电池分选配组方法

(57) 摘要

本发明涉及锂离子电池制造技术领域, 尤其涉及一种锂离子电池的分选配组方法, 广泛应用于各种电子、电气设备如小型数码电器、电动自行车、电动汽车等用电池组的分选配组, 本发明先对单体电池喷码或编号, 采集单体电池首次容量、电压、内阻; 对单体电池老化, 采集单体电池的二次电压、内阻和恢复容量, 对配组因素进行数据统计, 建立单体电池各配组因素的分级标准, 确定每个单体电池的每个配组因素的级别, 根据实际情况选择配组因素进行分选配组。本发明分选过程简单, 对分选设备的要求简单, 降低分选配组的成本; 具有能够优选长寿命电池组功能, 且能剔除不合格电芯, 减少电池组出货后不良现象发生。



1. 一种锂离子电池的分选配组方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - 1) 采集分容后的单体电池的首次电压 V_1 、内阻 R_1 及容量 C_1 ;
 - 2) 将单体电池老化,采集老化后的单体电池的二次电压 V_2 、内阻 R_2 及恢复容量 C_2 ,确定恢复容量 C_2 的分级标准,同时根据恢复容量 C_2 对单体电池分级;
 - 3) 统计所有单体电池的电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$,确定以上配组因素的分级标准,并对每个单体电池的电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$ 分别分级;
 - 4) 选取配组因素,并根据配组因素选择每个配组因素同一级别的单体电池进行配组;
其中 $\Delta V=V_1-V_2$, $\Delta C=C_1-C_2$, $\Delta R=R_1-R_2$,所述配组因素为恢复容量 C_2 、电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$ 。
2. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池的分选配组方法,其特征在于:所述步骤 2) 中所述将单体电池老化为在 $25^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 环境中将单体电池老化。
3. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池的分选配组方法,其特征在于:所述步骤 2) 中所述将单体电池老化的老化时间为 4 小时 \sim 30 天。
4. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池的分选配组方法,其特征在于:所述步骤 1) 中分容后的单体电池的荷电量为 $0\% \sim 80\%$ 。
5. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池的分选配组方法,其特征在于:在所述步骤 1) 前还包括对单体电池喷码或编号。
6. 根据权利要求 1 所述的锂离子电池的分选配组方法,其特征在于:所述选取配组因素为选取两个或三个配组因素。

一种锂离子电池分选配组方法

技术领域

[0001] 本发明涉及锂离子电池制造技术领域,尤其涉及一种锂离子电池的分选配组方法,广泛应用于各种电子、电气设备如小型数码电器、电动自行车、电动汽车等电池的分选配组。

背景技术

[0002] 锂离子电池作为一种新型储能设备,因其具有高比能量、高比功率、工作电压高、自放电低、较好的循环性能以及制造环境友好等优点,已越来越受到人们的重视。目前锂离子电池生产行业中,普遍存在单体锂离子电池的充放电性能、循环寿命及其安全性能都满足行业、国家和国际行业技术标准,但是,一旦将多个单体电池按照一定方式组合起来(如串联)使用,因各单体电池由于制造过程的一致性差异,导致其技术参数(电压、容量、内阻等)不匹配,进一步引起电池内部的欧姆极化阻抗,以及参加电池反应物质的传输阻抗的差异,若差异太大,必然产生在电池组工作时,各单体电池实时电压分配不均,造成过充电或过放电,以致电池组使用性能恶化,如容量下降,循环寿命急剧衰减,更有甚者会影响锂离子电池的安全使用等问题。

[0003] 因此,对多个锂离子电池的分选配组方法就变得尤为重要,现有行业内存在的电池分选配组方法多样,主要概括为两大类:静态分选配组方法,包括基于开路电压、内阻、容量、自放电等参数分选配组法,其未考虑到与锂离子电池化学体系稳定性相关的电压、内阻、容量变化值;动态分选配组方法,一般为基于充放电电流、电压曲线分选配组法,但该方法对设备的要求较高,需专门的锂离子电池充放电设备,成本高。

[0004] 现阶段迫切需要开发出一种可以自动方便快捷的锂离子电池分选配组方法,以便将性能一致的多个锂离子电池单体组合形成电池组,保证电池组的整体使用寿命,使得电池组能安全可靠地应用于各种电气设备如小型数码电器、电动自行车、电动汽车等。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的目的在于提供了一种锂离子电池分选配组方法,旨在解决现有电池分选过程复杂以及成本高的问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:一种锂离子电池的分选配组方法,包括如下步骤:

[0007] 1) 采集分容后的单体电池的首次电压 V_1 、内阻 R_1 及容量 C_1 ;

[0008] 2) 将单体电池老化,采集老化后的单体电池的二次电压 V_2 、内阻 R_2 及恢复容量 C_2 , 建立恢复容量 C_2 的分级标准,同时对每个单体电池的恢复容量 C_2 分级;

[0009] 3) 统计所有单体电池的电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$, 并分别建立电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$ 的分级标准,同时对每个单体电池的每个配组因素分级;

[0010] 4) 选取配组因素,并根据配组因素选择每个配组因素同一级别的单体电池进行配

组；

[0011] 其中 $\Delta V=V_1-V_2$ ， $\Delta C=C_1-C_2$ ， $\Delta R=R_1-R_2$ ，所述配组因素为恢复容量 C_2 、电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$ 。

[0012] 较佳地，所述步骤 2) 中所述将单体电池老化为在 25℃～80℃环境中将单体电池老化。

[0013] 较佳地，所述步骤 2) 中所述将单体电池老化的老化时间为 4 小时～30 天。

[0014] 较佳地，所述步骤 1) 中分容后的单体电池的荷电量为 0%～80%。

[0015] 较佳地，在所述步骤 1) 前还包括对单体电池喷码或编号。

[0016] 较佳地，所述选取配组因素为选取两个或三个配组因素。

[0017] 本发明的优点在于：

[0018] (1) 通过单体电池老化后的恢复容量、不可逆容量损失值、电压变化值、内阻变化值等这些与电池寿命有密切关系的因素来对单体电池分组，单体电池老化为电池制备中的必备的过程，无需高精度设备、可灵活选取老化温度，优化了电池分选的过程，节约了电池分选的成本；

[0019] (2) 通过单体电池容量、不可逆容量损失等与电池寿命和电池电化学特性密切相关的细化参数来进行电池分选配组，能使电池分选配组更准确，得到的组合电池具有更好的一致性，保证电池组具有较长的使用寿命，减少电池出货后不良现象发生；

[0020] (3) 配组方法简单，在实际使用中更方便，分选过程中只需要根据实际需要，以电池参数为依据，合理配组所需分选电池，更符合电池使用中的实际变化需要。

附图说明

[0021] 图 1、本发明实施例的流程示意图；

[0022] 图 2、本发明实施例的电池老化后的容量分布图；

[0023] 图 3、本发明实施例的电池老化后的不可逆容量损失分布图；

[0024] 图 4、本发明实施例的电池老化后的电压变化值分布图；

[0025] 图 5、本发明实施例的电池老化后的内阻变化率分布图；

[0026] 图 6、本发明实施例中配组 A 的 200 次循环的容量变化图；

[0027] 图 7、本发明实施例中配组 B 的 200 次循环的容量变化图；

[0028] 图 8、本发明实施例中配组 C 的 200 次循环的容量变化图；

[0029] 图 9、本发明实施例中配组 D 的 200 次循环的容量变化图。

具体实施方式

[0030] 如图 1 所示，本发明锂离子电池的分选配组方法主要包括以下步骤：

[0031] 1) 对同一批次的每个单体电池进行喷码或编号；

[0032] 2) 对喷码或编号后的单体电池分容，选取其中荷电量为 0%～80% 的单体电池，测量并记录上述单体电池的首次电压 V_1 、内阻 R_1 及容量 C_1 ；

[0033] 3) 将以上单体电池放入老化装置，在 25℃～80℃温度中老化 4 小时～30 天，老化完成后，采集老化后的单体电池的二次电压 V_2 、内阻 R_2 及恢复容量 C_2 ，同时根据恢复容量 C_2 建立恢复容量的分级标准，同时对每个单体电池的恢复容量分级；

[0034] 3)统计所有单体电池的电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$ ，并分别根据电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$ 建立配组因素分级标准，同时对每个单体电池的每个配组因素分级；

[0035] 4)选取配组因素，并根据配组因素将每个配组因素同一等级的单体电池组成电池组；

[0036] 其中 $\Delta V=V_1-V_2$ ， $\Delta C=C_1-C_2$ ， $\Delta R=R_1-R_2$ ，所述配组因素为恢复容量 C_2 、电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$ ；

[0037] 选取的配组因素一般为两个或三个，若仅选用一个配组因素，电池配组越简单，但配组后的电池组的寿命没有保障，电池一致性差，出货后的不良现象较多；配组因素越多，配组越准确，电池组的寿命越长；但配组因素过多，单体电池等级越多，无法达到配组要求的单体电池越多，不利于生产，增加了生产成本、浪费了资源。

[0038] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0039] 待分选电池为8570120-6000mAh磷酸铁锂储能电池，其分选配组在制作储能电池的过程中进行，具体步骤如下：

[0040] 1)在8570120-6000mAh磷酸铁锂储能电池已制作完成后，首先对单体电池进行容量分选，待磷酸铁锂储能电池分容后，对合格的单体磷酸铁锂储能电池喷码或编号；

[0041] 2)在对单体电池编码或编号同时，测量并记录每个单体磷酸铁锂储能电池的首次电压 V_1 、内阻 R_1 、容量 C_1 ；

[0042] 3)对单体电池老化，即将所有磷酸铁锂储能电池放入老化装置，在45℃对单体电池老化14天，也可适当提高老化温度和/或改变老化时间，老化时间和老化温度主要根据实际需要来选择，一般老化温度可选范围为25℃~80℃，老化时间随着老化温度和实际需要来改变，老化温度越高，所需的老化时间越短，老化时间可选范围为4小时-30天；老化过程完成后，取出所有磷酸铁锂储能电池，测量并记录每个单体电池的二次电压 V_2 、内阻 R_2 及恢复容量 C_2 ，并统计单体电池的恢复容量 C_2 ，如图2所示，同时根据统计直方图和实际需要确定恢复容量 C_2 的分级标准，并根据该分级标准对单体电池的恢复容量 C_2 分级，如表1所示；

[0043] 4)对采集到的容量、电压及内阻进行统计学处理，统计所有单体电池的电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$ ，如图3-5所示，并根据直方图和实际需要分别确定电压变化值 ΔV 、不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 、内阻变化比率 $\Delta R/R_1$ 分级标准，如表1所示，再根据以上分级标准和配组因素，对每个单体电池的每个配组因素分级。

[0044] 在确定分级标准过程时，首先摒除其中明显不符合标准的磷酸铁锂储能电池，如图2-5所示，根据所示的直方图和实际需要及单体电池的检测标准，对单体电池进行处理，其中若单体电池的配组因素有一项在以下范围：不可逆容量损失比例大于3.0%、电压差值小于12mV或大于33mV、内阻变化率大于4.0%及恢复容量 C_2 小于5700mAh或大于6400mAh，该单体电池均需摒除在配组之外。根据实际需要和统计数据对配组因素进行分级，选取三个配组因素分别是电压变化值 ΔV 、恢复容量 C_2 和不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$ ，在此处将电压变化值和恢复容量分为三个等级，不可逆容量损失率分为两个等级，分级标准如表1所示，一般也可适当增加或减少每个配组因素的级别。

[0045] 配组因素的分级一般可定为两个级别或三个级别,若多个配组因素的级别均只有两个级别,电池配组简单,参与配组的单体电池越多,但配组后的电池组的寿命保障较差,电池组一致性差,出货后的不良现象较多;若每一配组因素的级别分级越多(超过3个级别),配组的准确性越高,电池组的寿命越长;但每一配组因素的级别越多,无法参与配组的单体电池越多,增加了电池生产成本、浪费了资源。

[0046] 表1 配组因素的分级标准

[0047]

配组因素 级别	电压变化值 ΔV	恢复容量 C_2	不可逆容量损失比率 $\Delta C/C_1$
1	12mV-19mV	5700mAh-5933mAh	1.2%-2.1%
2	19mV-26mV	5933mAh-6167mAh	2.1%-3.0%
3	26mV-33mV	6167mAh-6400mAh	
4 (不合格 级别)	< 12mV > 33mV	< 5700 mAh > 6400 mAh	> 3.0%
特别说明	合格级别内, 电压 变化值在 7mV 以内 可视为同一级别	合格级别内, 恢复容 量差值在 233mAh 以内 可视为同一级别	合格级别内, 不可逆容 量损失比率差值在 0.7%以内视为同一级 别

[0048] 5) 通过确定每个单体磷酸铁锂储能电池的在不同配组因素下的等级,将同一配组因素下的同一等级的单体电池归为同一组,即可配成电池组。

[0049] 对本方法进行试验验证,如表2所示,选取部分磷酸铁锂储能电池,各配组因素的数据如下,根据分级标准对各配组因素进行分级。

[0050] 表2 部分磷酸铁锂储能电池的配组因素及级别

[0051]

电池编号	电压变化值 Δ V /mV	Δ V 级别	恢复容量 C_2 /mAh	C_2 级 别	不可逆容量损失 $\Delta C/C_1$ /%	$\Delta C/C_1$ 级别
5	19.3	2	6397	3	1.84	1
11	21.5	2	6354	3	1.85	1
12	27.6	3	6045	2	2.42	2
17	23.4	2	6151	2	2.61	2
21	29.1	3	6316	3	1.59	1
25	52.0	4	5968	2	3.87	4
26	32.8	3	5968	2	1.68	1
30	22.1	2	5901	1	1.85	1
33	17.6	1	5938	2	1.77	1
65	23.0	2	6055	2	2.28	2
85	53.9	4	6111	2	1.93	1
87	21.7	2	5885	1	2.10	1
88	22.3	2	6550	4	1.87	1
105	14.7	1	6014	2	1.92	1
114	32.0	3	5728	1	3.50	4
117	27.5	3	6123	2	3.68	4
123	20	2	5862	1	1.46	1
149	21.5	2	5771	1	2.43	2
150	27.6	3	6161	2	2.36	2
152	18.4	1	6174	3	2.03	2
158	21.5	2	6169	3	2.13	2
182	22.1	2	6190	3	2.55	2
183	23.3	2	6218	3	2.46	2
213	14.7	1	5805	1	2.40	2

[0052]

[0053] 通过表 2 所示的配组因素进行定级,对其中的电池进行配组,选取配组所有配组

因素级别相同的作为实验组,如表 3 和图 6 所示,选取其中某一配组因素或多个配组因素不相同的作为对比组,如下表 4-6 和图 7-9 所示,采用如上配组方法配组后的电池组循环 200 次后的电池组容量保持率对本发明进行验证。

[0054] 表 3

[0055]

电池组组别	单体电池编号	首次容量	循环 200 次后容量	容量保持率	验证结果
A1	33	5759	5420	94.11	配组正确
	213				
A2	152	6102	5845	95.84	
	158				
A3	182	6148	5886	95.74	
	183				

[0056]

[0057] 如表 3 和图 6 所示,A 组电池组其循环 200 次后的容量保持率较高,每个电池组中的单体电池的三个配组因素均在同一个级别,其中 A1 电池组:其中的两个单体电池电压变化值都为 1 级,恢复容量在合格级别内,且其中两单体电池的恢复容量差值在 233mAh 以内,为同一级别,而不可逆容量损失比率差值在 0.7% 以内,为同一级别;

[0058] A2 电池组:其中的两个单体电池的电压变化值分别为 1 级和 2 级,且差值在 7mV 以内,为同一级别,恢复容量的级别都在 3 级,不可逆容量损失比率都在 2 级;

[0059] A3 电池组,其中的两个单体电池的电压变化值的级别均在 2 级,恢复容量的级别都在 3 级,不可逆容量损失比率都在 2 级;

[0060] 在表 3 和图 6 中,三组电池组的相关配组因素分别都在同一个等级,电池组 200 次循环过程中,电池组容量变化平稳,容量保持率高,电池组一致性较好,寿命较长。

[0061] 表 4

[0062]

电池组组号	单体电池编号	首次容量	循环 200 次容量	容量保持率	验证结果
B1	149	5741	4691	81.71	C ₂ 配组不当,配组存在风险
	150				
B2	87	5799	5350	92.26	
	88				
B3	11	6002	5305	88.39	
	12				

[0063] 如表 4 和图 7 所示, B 组电池组其循环 200 次后的容量变化不稳定, 三组电池组中, 各自的单体电池的恢复容量 C_2 均不属于同一等级, 配组后循环 200 次后, 有以上 3 组配组验证结果可知, 在恢复容量配组不当, 但其他两配组因素分别属于同一等级的状况下, 电池组的容量保持率合格, 但是其中的配组会存在一定的配组风险, 导致电池的使用寿命降低, 其配组后的容量保持率相对于三个配组因素均配组正确的组别的容量保持率相对较低。

[0064] 表 5

[0065]

电池组组号	单体电池编号	首次容量	循环 200 次容量	容量保持率	验证结果
C1	17	6103	4665	76.44	ΔV 配组不当, 配组存在风险
	85				
C2	26	5856	5231	89.34	
	30				
C3	5	6348	5687	89.59	
	21				

[0066] 如表 5 和图 8 所示, A 组电池组其循环 200 次后的容量有较大变化, 三组电池组中, 各自的单体电池的电压变化值 ΔV 均不属于同一等级, 配组后循环 200 次后, 有以上 3 组配组验证结果可知, 在电压变化值 ΔV 配组不当, 但其他两配组因素分别属于同一等级的状况下, 电池组的容量保持率合格, 但是其中的配组会存在一定的配组风险, 导致电池的使用寿命降低, 其配组后的容量保持率相对于三个配组因素均配组正确的组别的容量保持率相对较低。

[0067] 表 6

[0068]

电池组组号	单体电池编号	首次容量	循环 62 次容量	容量保持率	验证结果
D1	25	5952	3698	62.13	ΔV 、 $\Delta C/C_1$ 配组不当
	65				
电池组组号	单体电池编号	首次容量	循环 200 次容量	容量保持率	验证结果
D2	114	5701	3350	58.76	ΔV 、 $\Delta C/C_1$ 配组不当
	123				
D3	105	5984	3674	61.40	
	117				

[0069]

[0070] 如表 6 和图 9 所示, D 组电池组其循环 200 次后的容量有较大变化, 三组电池组中, 各自的单体电池的电压返变化值 ΔV 、容量损失比率 $\Delta C/C_1$ 均不属于同一等级, 在 200 次循环过程中, D1 电池组在 62 次循环后, 电池组容量即降到 3698mV, 电池组性能出现故障; 而 D2 和 D3 电池组在 200 此循环中, 电池组容量差异逐渐变大, 几乎减少到原来的一半, 电池组中的单体电池一致性差, 电池组寿命明显缩短。

[0071] 通过以上图表可知, 配组因素分级后, 配组因素的级别一致性越多, 电池配组越准确, 电池组的容量保持率越好, 电池寿命越长, 其中两个配组因素的配组正确(级别一致)下, 分选配组后电池组的容量保持率较好, 电池组的寿命保持率较长, 但其存在一定风险; 而当有三个配组因素的配组正确(级别一致)下, 配组后的电池组的电池容量保持率良好, 电池组的使用寿命更长。

[0072] 上述实施例, 只是本发明的较佳实施例, 并非用来限制本发明实施范围, 故凡以本发明权利要求所述的构造、特征及原理所做的等效变化或修饰, 均应包括在本发明权利要求范围之内。

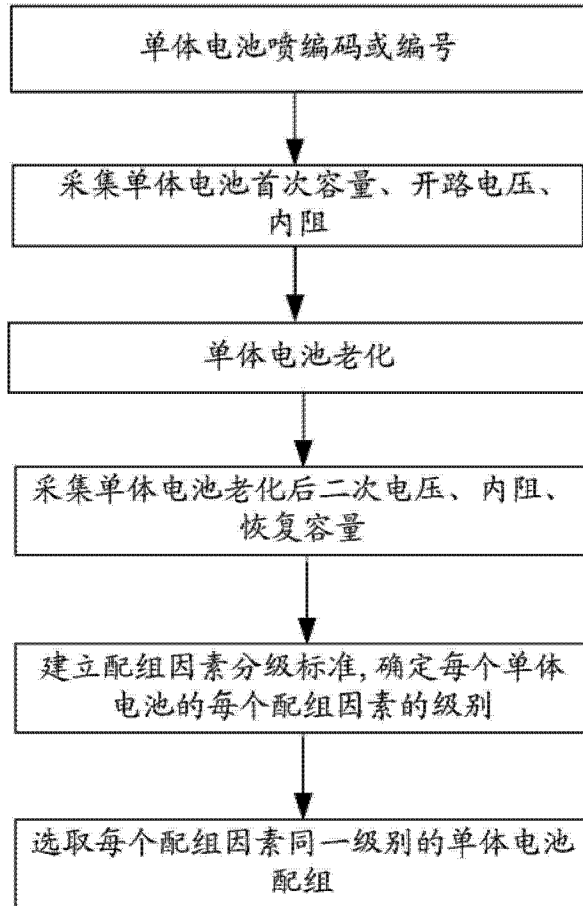


图 1

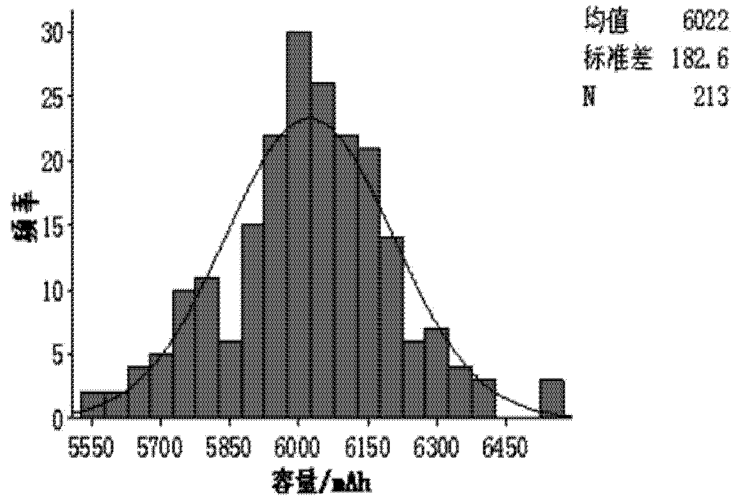


图 2

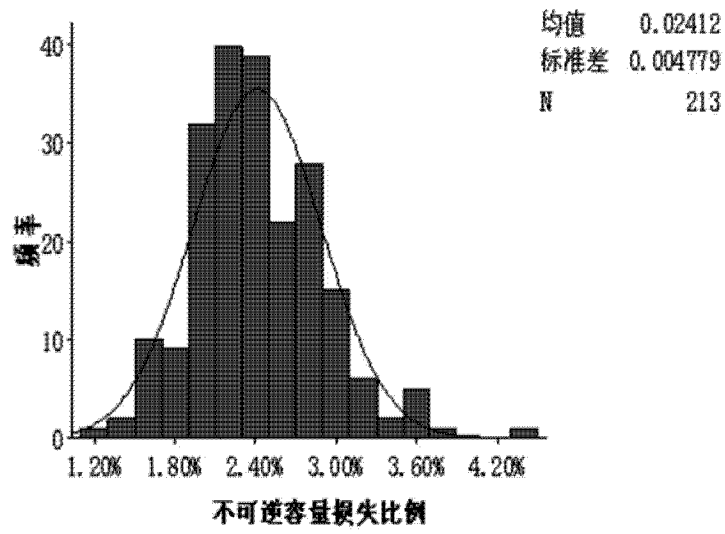


图 3

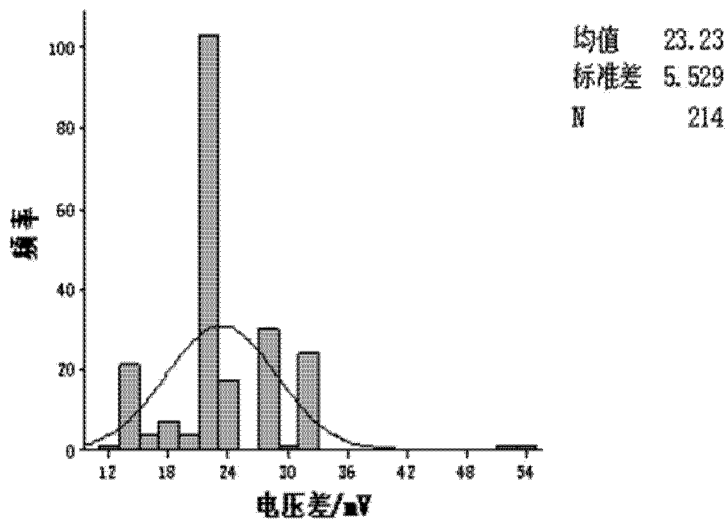


图 4

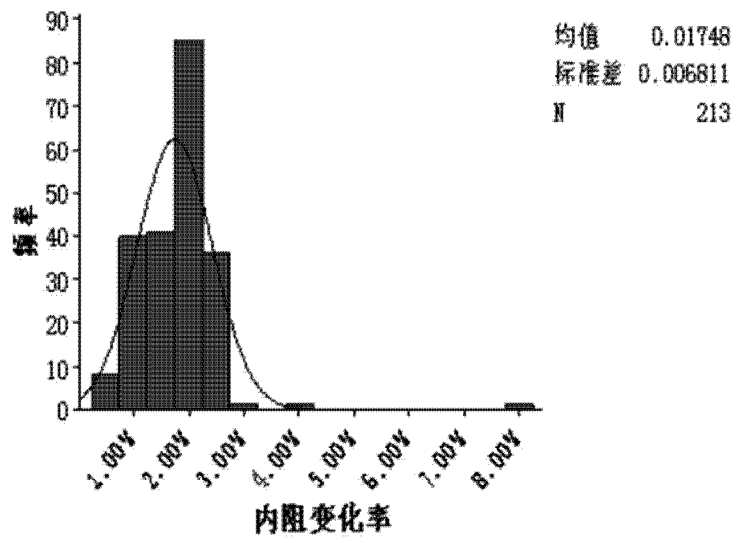


图 5

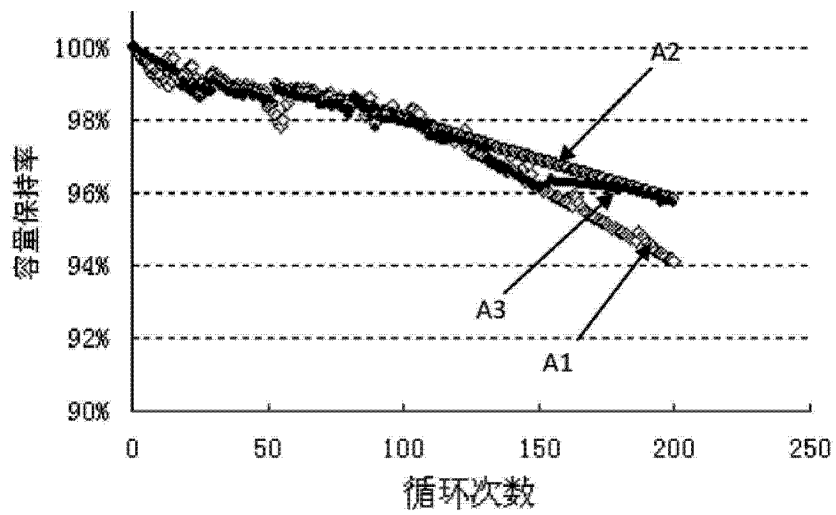


图 6

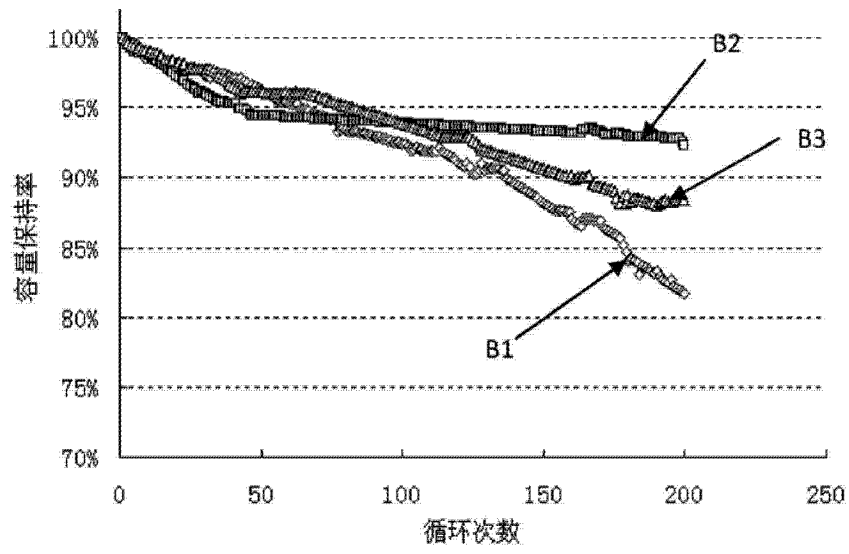


图 7

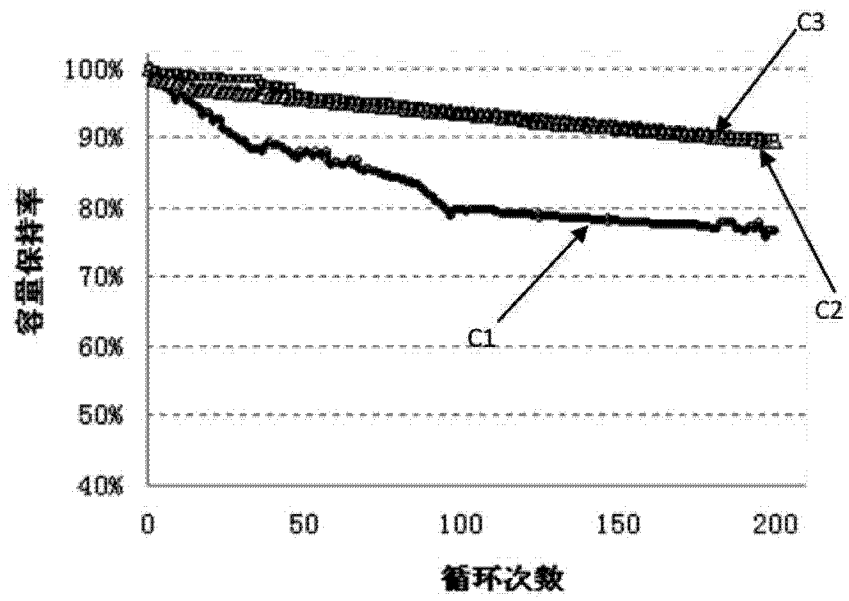


图 8

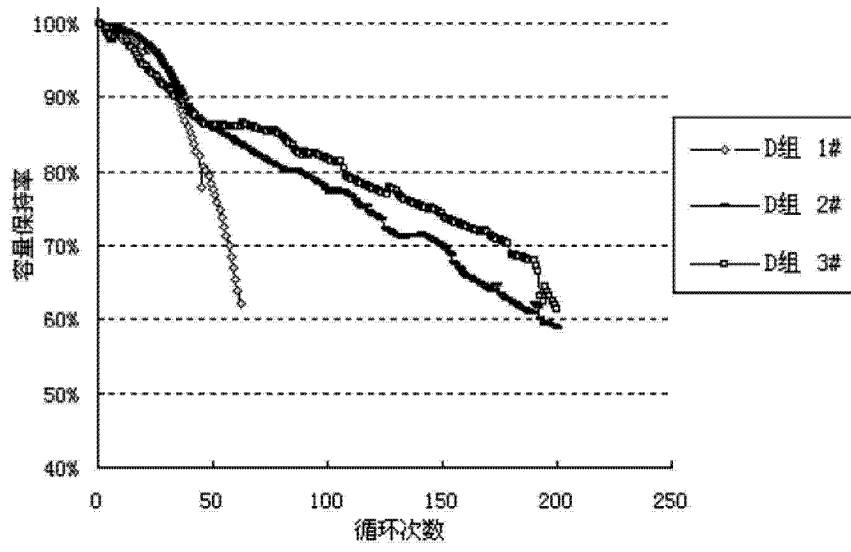


图 9